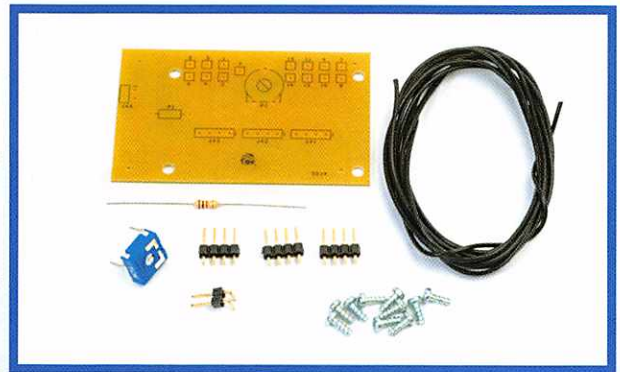
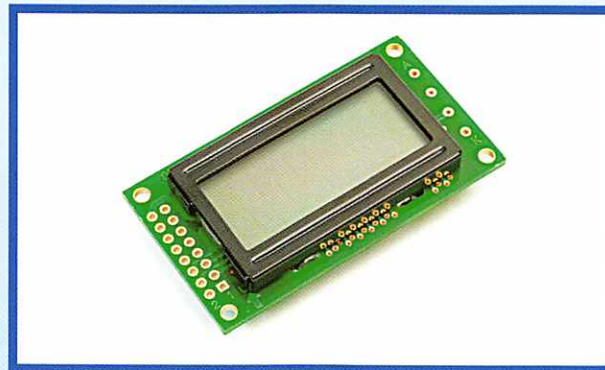
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Scheda DG14
3 Connettori da c.s. diritti, maschi a 4 vie
1 Potenziometro di regolazione, verticale, da 10 K
1 Resistenza da 10 K 5% 1/4 W
1 Connettore da c.s. a 90°, maschio a 2 vie
10 Viti
1 Pezzo di filo nero flessibile

IN REGALO nel prossimo fascicolo

Display LCD
da 2 file x 8 caratteri

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

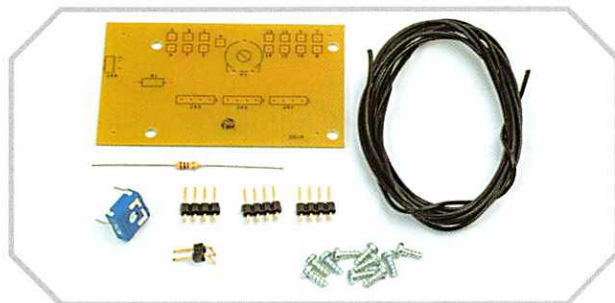
L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede.
Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail: elettronicadigitale@microrobots.it

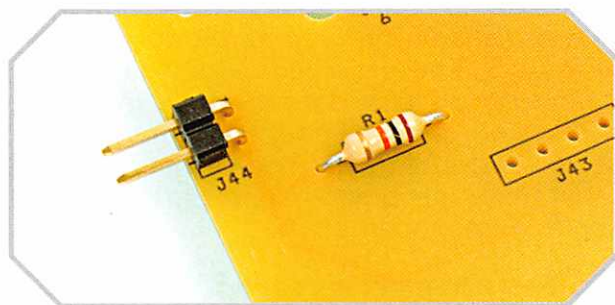
Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

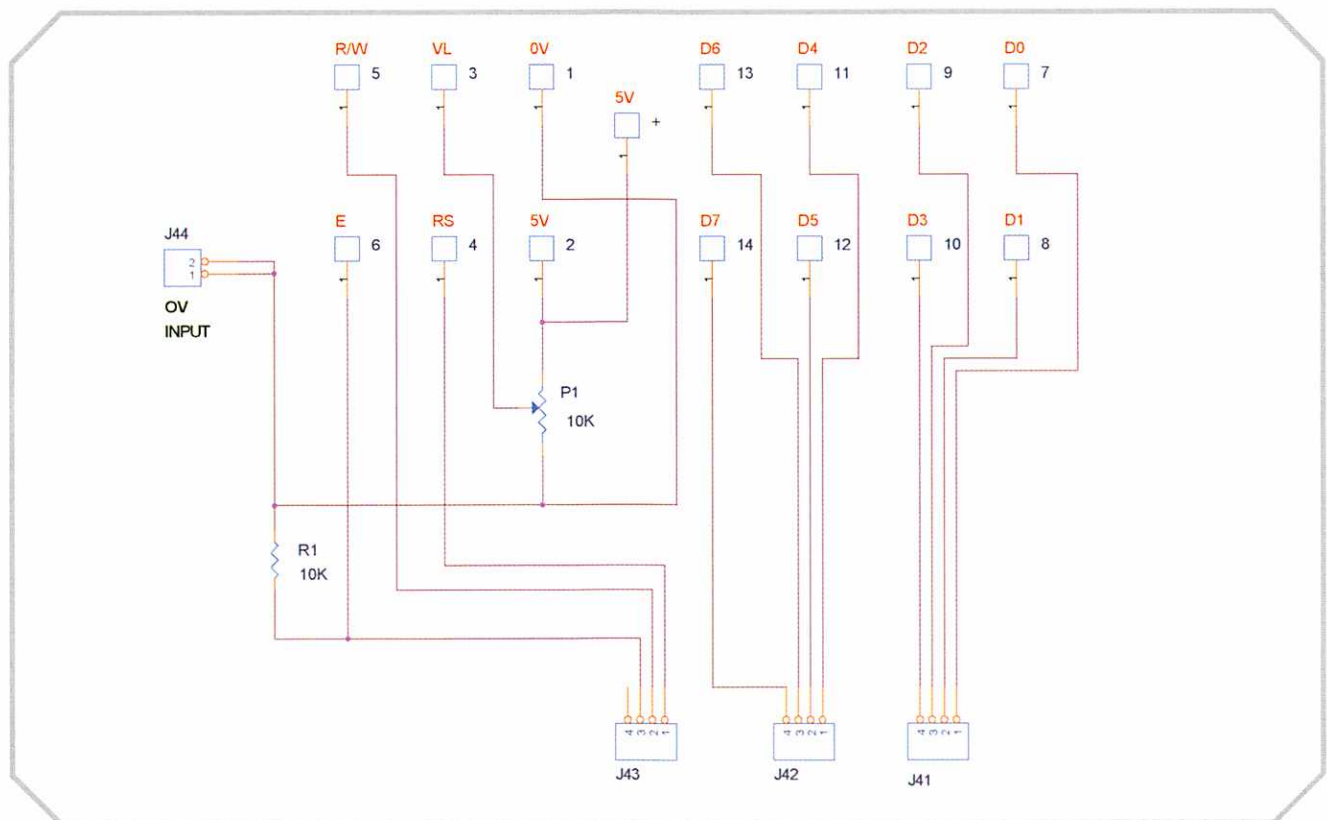
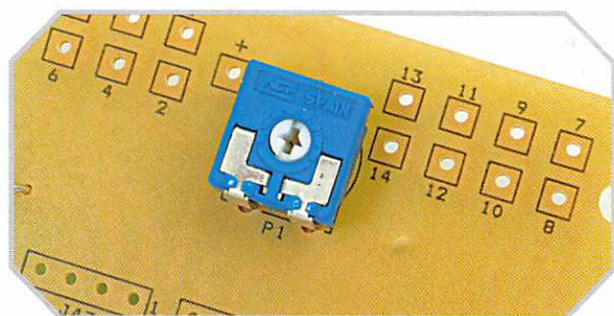
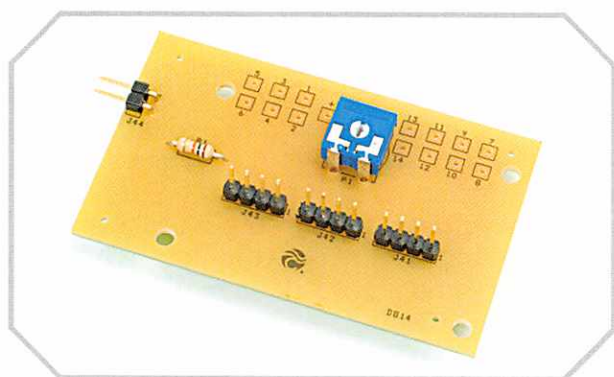
Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Scheda di collegamento per il display LCD

Componenti allegati a questo fascicolo.

Con questo fascicolo viene fornito il circuito stampato DG14, i componenti da montare sullo stesso, filo per i collegamenti e dieci viti.

Connettore del negativo e resistenza R1.

Il materiale

Sul circuito stampato monteremo tre connettori maschi diritti a quattro vie e uno a 90° a due vie. Contiene anche una resistenza e un potenziometro di regolazione, entrambi da 10 K. Il filo nero si utilizza per collegare questa scheda con il display LCD che verrà fornito con il prossimo fascicolo.

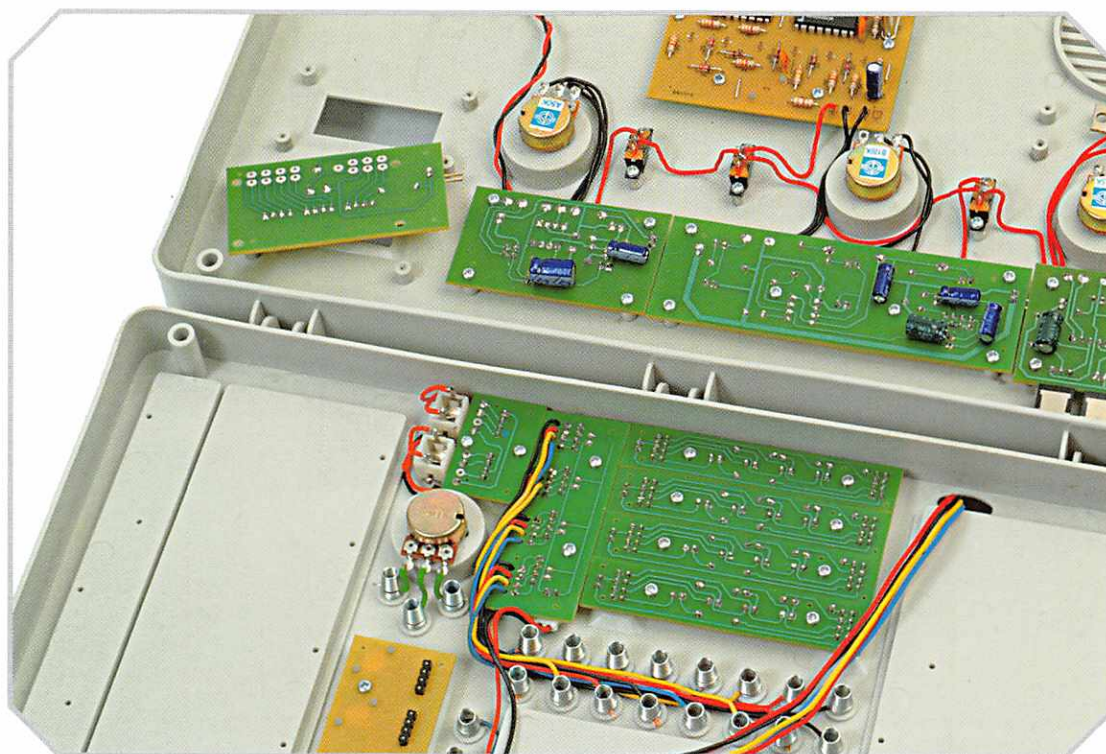
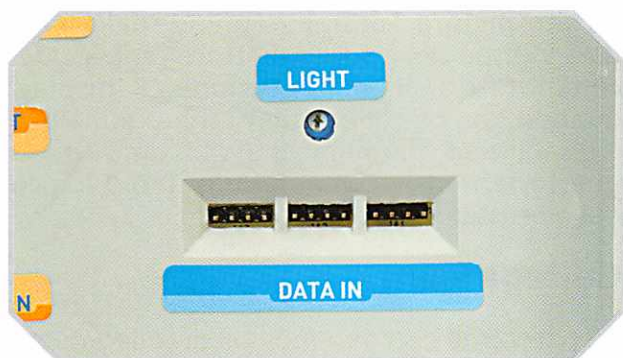
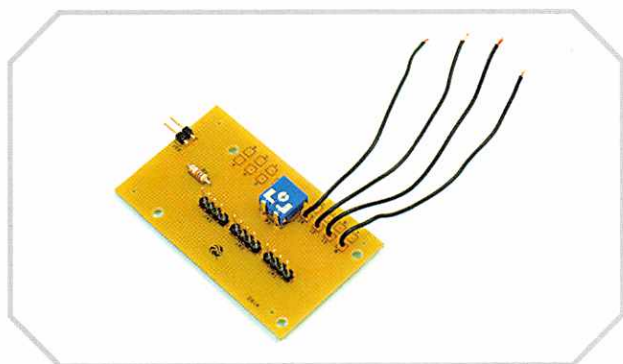
Per quanto riguarda le viti, si utilizzano nel modo seguente: due per completare il fissaggio delle schede DG11 della matrice dei LED, quattro per fissare la scheda DG14 e le quattro rimanenti per fissare il display LCD.

Schema elettrico della scheda DG14.

Potenziometro di controllo della luminosità.

Collegamenti esterni della scheda DG14.

Montaggio della scheda DG14

Il montaggio dei componenti di questa scheda si esegue come d'abitudine, utilizzando stagno di buona qualità. Vi consigliamo di iniziare dai componenti di minore altezza, ovvero dalla resistenza R1 da 10 K (marrone, nero, arancio) e dal connettore J44 maschio e a 90°; questo connettore si deve appoggiare perfettamente al circuito stampato e i suoi terminali devono rimanere orientati verso l'esterno e paralleli alla superficie della scheda.

Inseriremo poi i tre terminali del potenziometro, in modo che il suo contenitore sia il più vicino possibile alla scheda. Questo dettaglio è molto importante dato che in alcuni modelli di potenziometri l'altezza occupa tutto lo spazio esistente tra la scheda e il pannello del laboratorio, per questo è necessario inserire a fondo il componente.

Collegamenti esterni

Il montaggio dei componenti sul circuito stampato termina con l'installazione dei tre connettori a quattro vie maschi, siglati J41, J42 e J43. I terminali di questi tre connettori devono rimanere ben perpendicolari alla

Posizione della scheda DG14.

Vista del pannello con le connessioni accessibili.

Cablaggio dei terminali 8, 10, 12 e 14.

scheda, dato che devono fuoriuscire dalle aperture sul pannello frontale. Questi connettori facilitano il collegamento tra il display LCD e il microcontroller 16F870 montato sulla scheda DG06. I connettori J41 e J42 contengono i collegamenti delle linee dei dati, J43 i collegamenti di controllo.

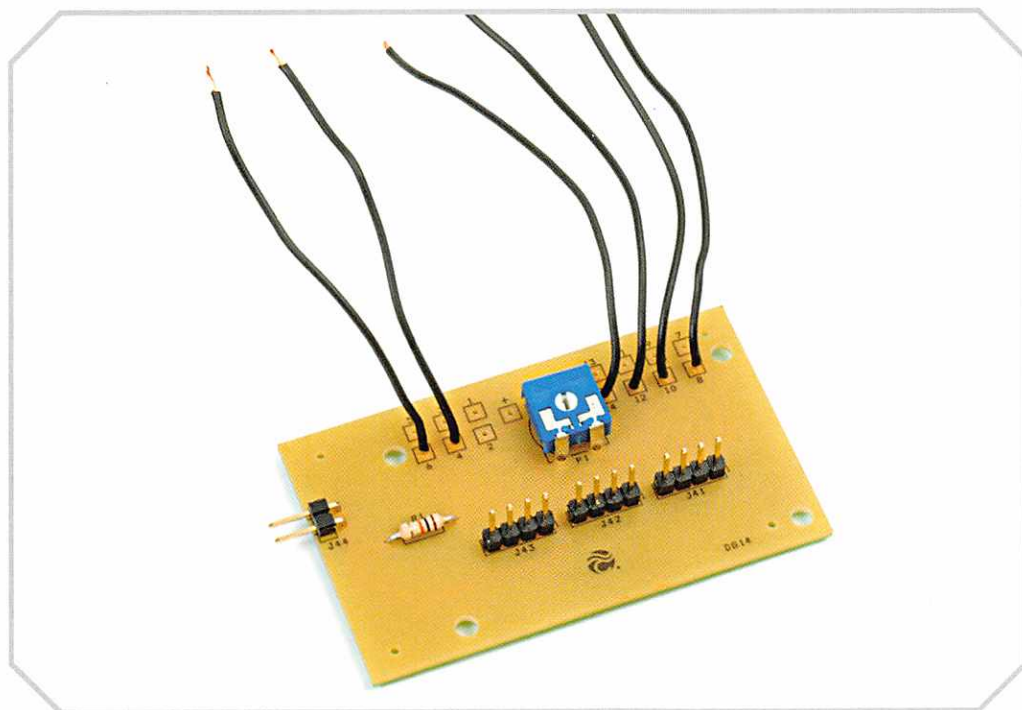
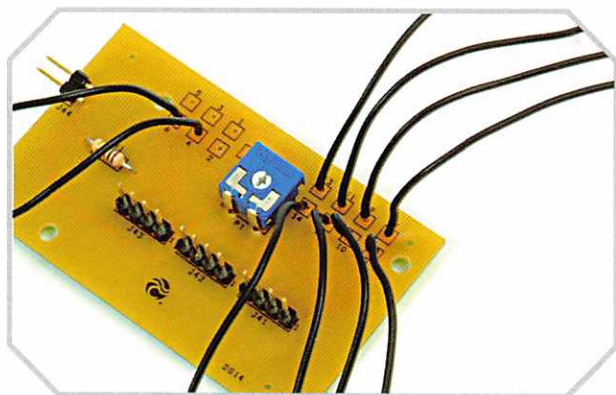
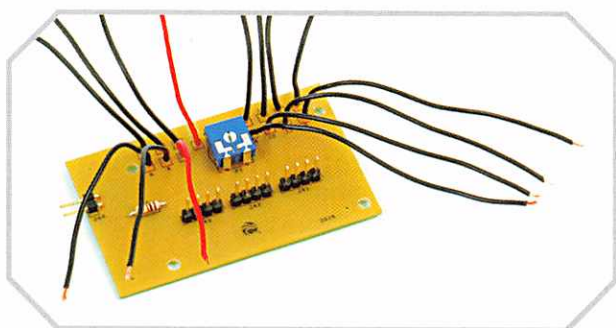
Luminosità

La luminosità del display si regola con il potenziometro P1, il cui cursore rimane accessibile dall'esterno del pannello superiore, utilizzando un cacciavite a taglio di piccole dimensioni. La luminosità aumenterà ruotando il comando del cursore in senso antiorario.

Collegamenti interni

La scheda DG14 deve essere collegata, mediante fili, alla scheda che contiene il display e che verrà fornita già montata con il prossimo fascicolo. Per ora eseguiamo i collegamenti dei fili a questa scheda preparandola per la prossima connessione alla scheda display.

Alimentazione

Il negativo dell'alimentazione si prende dal connettore J44 della scheda DG15 situato su

Cablaggio dei terminali 4 e 6.

Cablaggio dei terminali 7, 9, 11 e 13.

Filo nero ai terminali 1, 3, 5 e rosso ai terminali + e 2.

un lato, mentre il positivo si prende dalla linea da 5 V disponibile sul connettore centrale dei commutatori di alimentazione. Il display, quando non ha collegamenti sul terminale E, è disabilitato, terminale 3 di J43, dato che su questo terminale è mantenuto uno 0 logico dalla resistenza da 10 K.

Collegamenti

Prepareremo e salderemo i fili di collegamento della scheda DG14 iniziando da quelli che vanno sui terminali 8, 10, 12 e 14. Ad essi salderemo dei pezzi di filo nero da 8 cm ai quali avremo asportato una parte di copertura isolante da entrambi i lati. Ora collegheremo due pezzi da 6,5 cm, anch'essi di colore nero, sui terminali 4 e 6. Proseguiremo con altri quattro fili da 4 cm saldati ai terminali 7, 9, 11 e 13. Per i terminali 1, 3 e 5 utilizzeremo dei fili da 6,5 cm, infine, se abbiamo ancora del filo di colore rosso, eseguiremo i collegamenti del positivo ai terminali 2 (6,5 cm) e + (12 cm) con questo filo, altrimenti possiamo utilizzare del filo nero.

Con queste operazioni potremo eseguire rapidamente il collegamento del display che verrà spiegato in dettaglio nel prossimo numero.

Vista generale del laboratorio.

Misura di frequenza

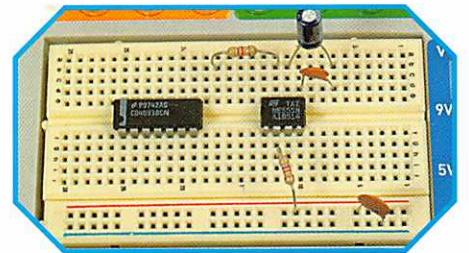
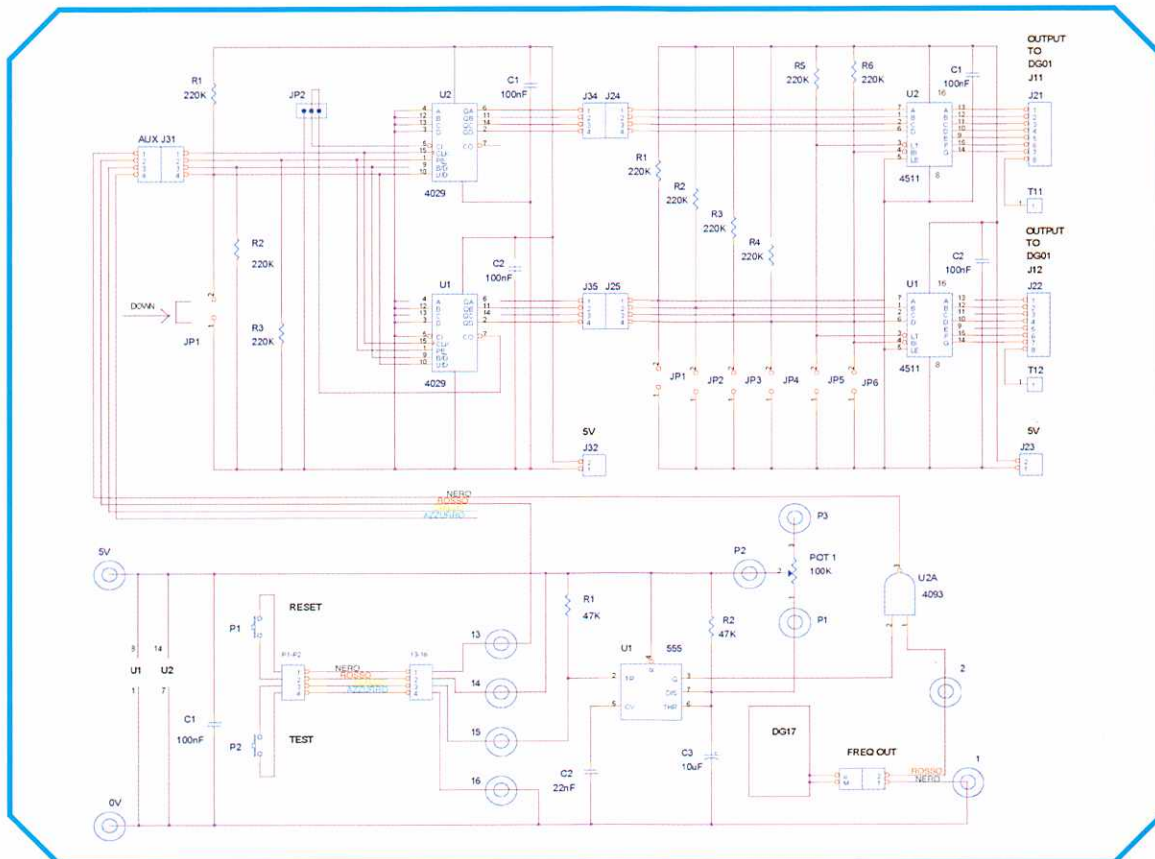
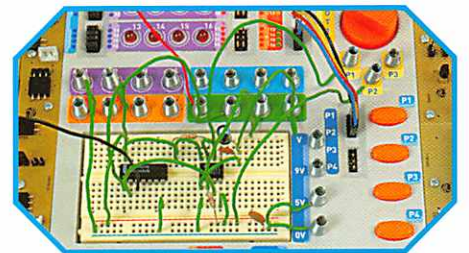
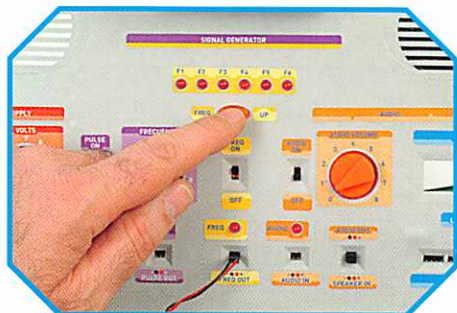
Con questo circuito si possono misurare frequenze fino a 999 Hz. Si tratta di un esperimento dove vengono presentate solamente le due cifre da sinistra, dovendo aggiungere uno 0 alla destra del valore letto sul display.

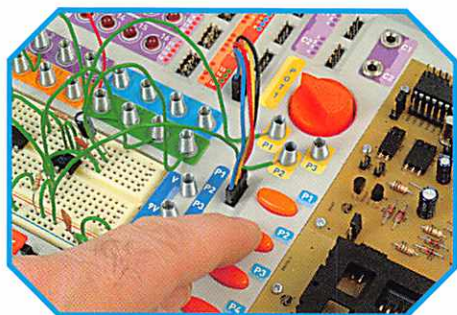
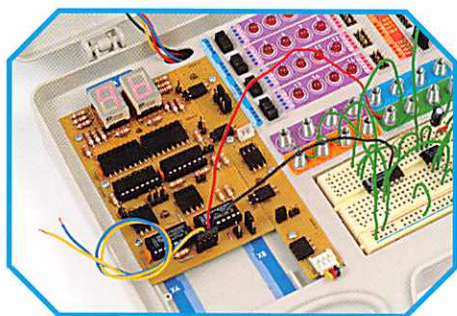
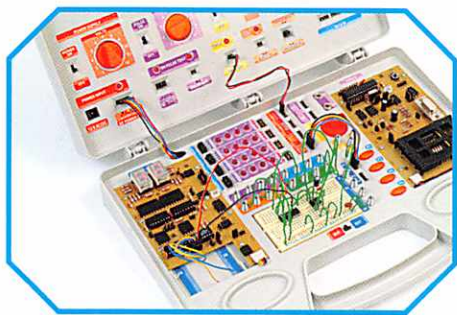
Il circuito

Se osserviamo lo schema scopriremo che tutte le sue parti sono già note. Vediamo come funziona l'insieme. Nella parte superiore dello schema troviamo il contatore e un po' più in basso, troviamo i pulsanti P1 che imposta a 0 il contatore ogni volta che viene premuto, e P2 che attiva il monostabile formato dal 555, la cui uscita si collega direttamente all'ingresso di una porta NAND, che ha come sigla U2A.

La funzione di questa porta è lasciar passare gli impulsi che riceve dall'ingresso (terminale 1 del 4093) solo quando sull'altro terminale vi è un livello alto, e questo succede solamente quando il bistabile è attivato.

Se sull'uscita FREQ OUT selezioniamo con F2

Componenti sulla scheda Bread Board.

Vista generale del collegamento.

Schema elettrico.

Si seleziona l'uscita F2.

Premendo P1 si cancella la lettura.

Premendo P2 si esegue la misura.

Occorre aggiungere uno zero alla lettura.

Vista del laboratorio con l'esperimento completato.

l'uscita da 488 Hz, quando il monostabile è regolato a 0,1 secondi potranno passare solamente 48 impulsi verso l'ingresso del clock del contatore e la lettura sul display sarà 48, a cui dobbiamo aggiungere uno 0, ovvero 480. Dobbiamo tener presente che l'ultima cifra non è esatta, considerando un errore di 10.

Montaggio

Il montaggio dei componenti sulla scheda Bread Board è semplice ma bisogna ricordare che dobbiamo alimentare le schede del contatore a 5 volt e che il ponticello JP2 della scheda DG03 deve essere inserito. L'ingresso del contatore si collega con un cavetto terminato su un connettore a quattro vie. Il collegamento a FREQ OUT si esegue con un cavetto a due fili terminato su due connettori a due vie, avendo cura di collegare il filo rosso al punto rosso e il filo nero al punto nero, per non scambiare i collegamenti sulle molle 1 e 2.

Tutto l'insieme si alimenta a 5 volt e per far funzionare il generatore, il commutatore FREQ deve essere su ON.

Regolazione e prova

Dopo aver verificato tutti i collegamenti si posiziona il comando del potenziometro POT 1 all'incirca al 10% della sua corsa e si preme il comando FREQ UP fino a quando si attiva l'uscita F2, che deve fornire una frequenza di 488 Hz. A questo punto si preme il pulsante P1 e il contatore si deve impostare a 0, premendo P2 deve apparire una lettura sul contatore che regoleremo con POT 1 fino a quando sarà 48; prima di premere nuovamente P2 dobbiamo premere P1 per cancellare la lettura. Così facendo questo piccolo circuito rimane "calibrato" per poter misurare le frequenze. Possiamo provare a misurare le frequenze sull'uscita PULSE OUT.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 555
U2	Circuito integrato 4093
R1, R2	Resistenza 47 K (giallo, viola, arancio)
C1	Condensatore 100 nF
C2	Condensatore 22 nF
C3	Condensatore 10 µF elettrolitico.

Esercizio: visualizzazione di messaggio, la pratica

Anche se non abbiamo ancora il display LCD, analizzeremo ora ciò che dovremo fare per provare sul laboratorio gli esercizi per la gestione del display LCD. Gli esercizi a cui fa riferimento questo montaggio sono "Ciao.asm" e "Addio.asm".

Il display LCD

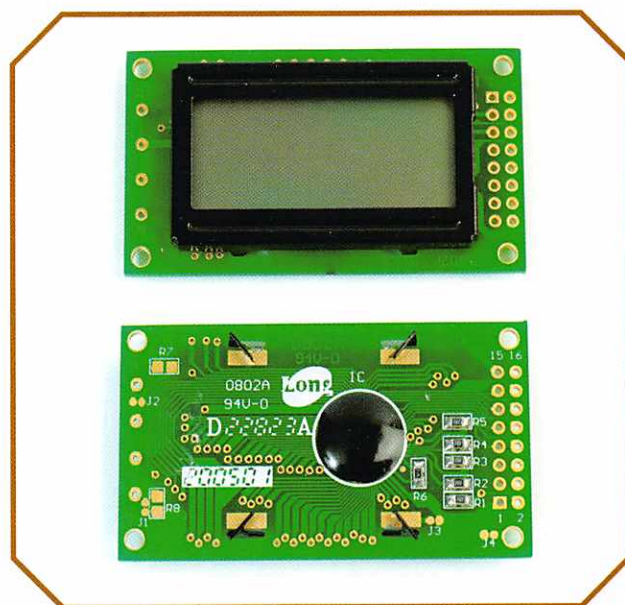
Con il prossimo fascicolo riceverete il display LCD e potrete quindi eseguire il montaggio descritto di seguito.

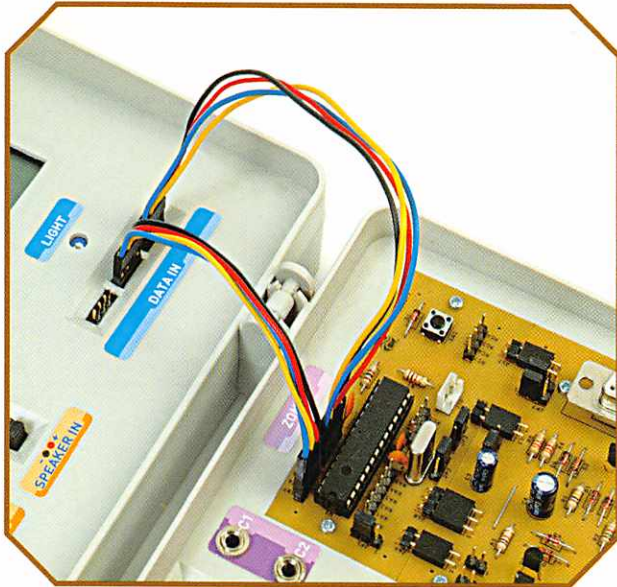
Collegamento delle linee dei dati

Le 11 linee d'ingresso/uscita del modulo LCD, si differenziano in linee di dati e linee di controllo dell'LCD. Per trasferire qualsiasi comando o carattere utilizzeremo le linee dei dati D7:D0. Queste otto linee sono collegate ai due connettori volanti da quattro vie ciascuno, situati sul pannello superiore del laboratorio, sotto il display LCD. Come potete vedere nell'immagine della pagina successiva queste linee si collegano alla porta B, che è quella che assegneremo a tutte le applicazioni che lavorano con il display LCD alle linee dei dati.

È molto importante non incrociare i fili di collegamento, perché così facendo manderemo un dato sbagliato al display e non otterremo il risultato desiderato.

Collegamento delle linee di controllo

Per facilitare i collegamenti anche le tre linee di controllo E, R/W e RS sono accessibili dal pannello superiore del laboratorio. Il connettore volante a quattro vie situato alla sinistra della fila, corrisponde alle linee di controllo. Per fare in modo che il PIC controlli il display si assegnano come uscite i pin RA2:RA0 della porta A e si collegano alle linee di controllo. Utilizziamo un cavetto a quattro fili per effettuare il collegamento, anche se di questi ne useremo soltanto tre. Nelle immagini successive potete vedere come viene eseguito il collegamento di queste linee e che aspetto dovrà

Display LCD.

Il display LCD montato nel laboratorio.

Collegamento delle linee dei dati alla porta B del PIC.

assumere il pannello superiore del laboratorio dopo avere eseguito tutti i collegamenti.

I collegamenti spiegati in precedenza sono uno standard di collegamento, dato che li utilizzeremo ogni volta che lavoreremo con il display LCD. Riserveremo la porta B per le linee dei dati e i tre pin della porta A, RA2:RA0, per le linee di controllo.

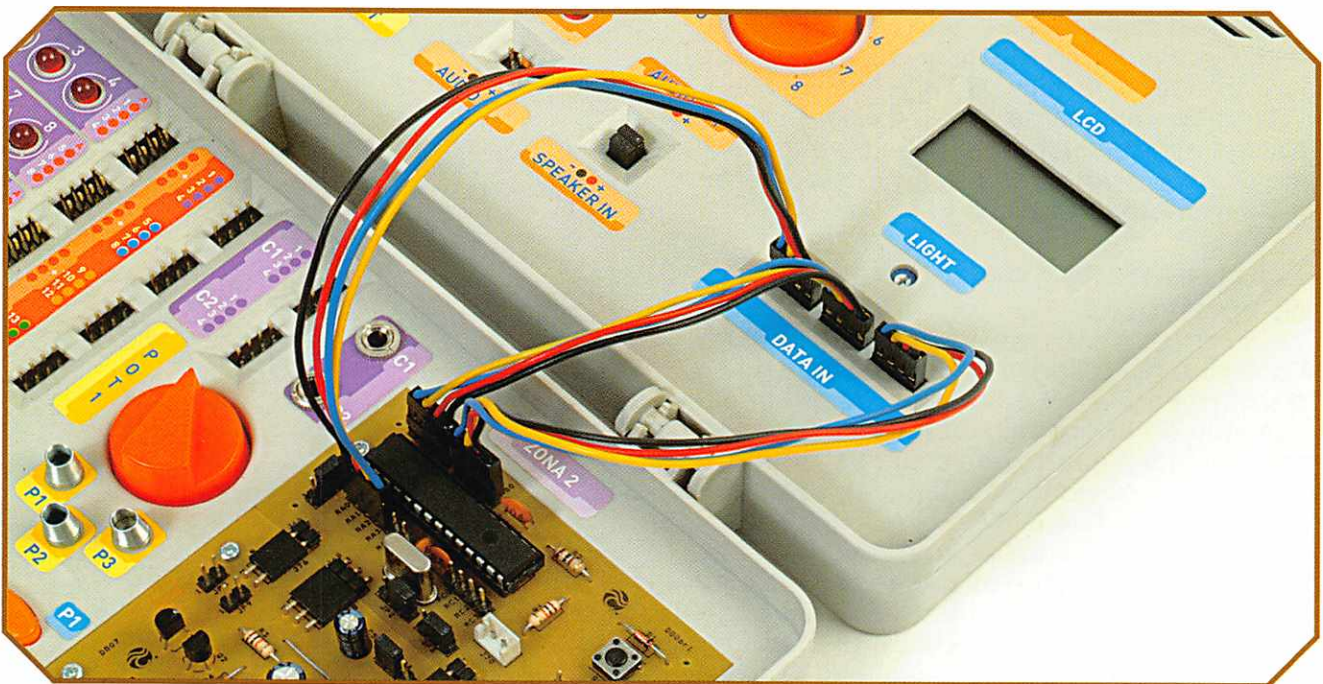
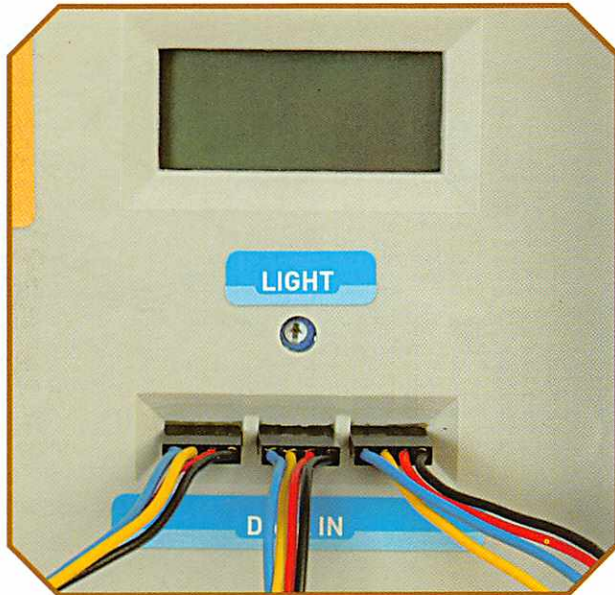
Regolazione del contrasto

Mediante un potenziometro a resistenza variabile, collegato al modulo LCD, regoleremo il contrasto del display per poter vedere i messaggi visualizzati in esso. Dobbiamo regolare un potenziometro con un cacciavite a taglio sottile, sino a ottenere un'adeguata visione del carattere.

Resto del montaggio

Sia nel programma "ciao.asm" che in "addio.asm" i messaggi si visualizzano direttamente sul display senza che vi sia nessuna condizione di ingresso. Quindi anche il codice di entrambi i programmi contempla il pin RA3 e RA4 come ingressi, ma questi non verranno utilizzati. Possiamo dire che il montaggio di questi due esercizi è concluso, perché sarà sufficiente caricare il programma sul microcontroller per verificarne il corretto funzionamento.

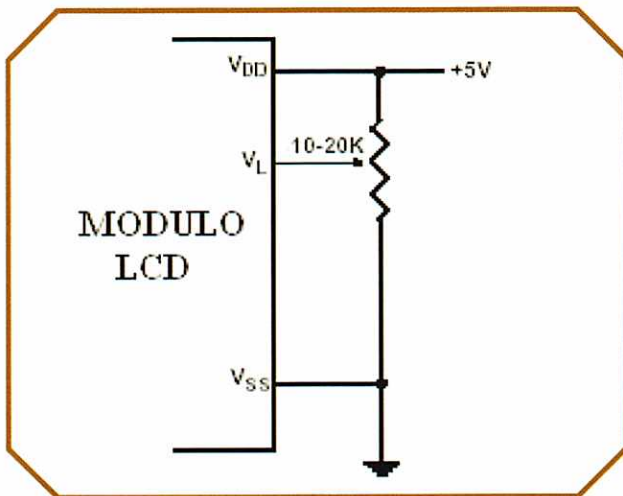
Scrittura dei programmi sul PIC

Per scrivere i programmi sul microcontroller utilizzeremo il software IC-Prog, abbiamo bisogno però che il laboratorio sia configurato per poter realizzare il trasferimento corretta-

Collegamento delle linee di controllo.

Aspetto frontale del pannello superiore del laboratorio.

Regolazione del contrasto.

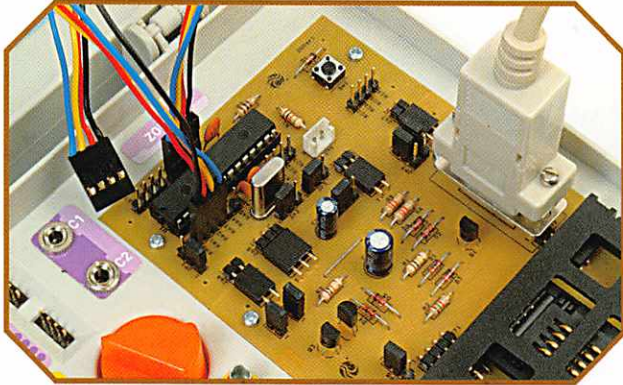
mente. Il microcontroller deve essere inserito nella posizione giusta, e i ponticelli della scheda DG06: JP1, JP2 e JP3, devono essere inseriti nelle posizioni 1 e 2. I ponticelli JP8 e JP9 devono anch'essi essere inseriti per poter scrivere il PIC, scollegheremo il connettore J63 delle porte da RB4 a RB7 in modo che non interferisca nella scrittura.

Infine, dobbiamo anche collegare il cavo di scrittura fra il laboratorio e il PC.

Facciamo partire IC-Prog e verifichiamo che sia selezionato il PIC16F870 e che la scrittura venga eseguita tramite la porta selezionata.

Schema di collegamento del potenziometro di contrasto.

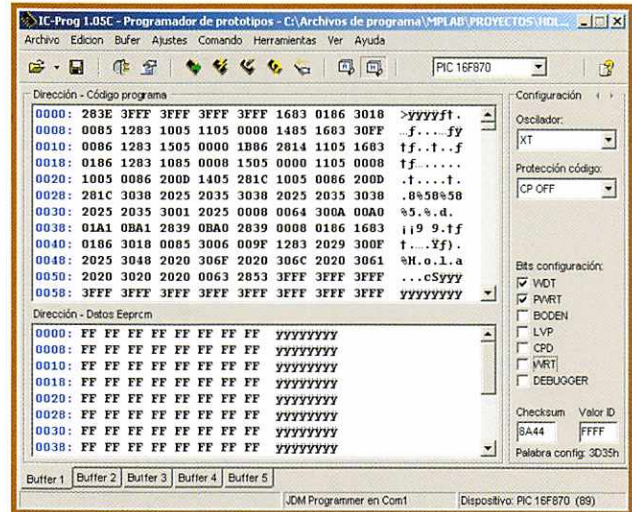
Selezioniamo l'opzione Leggi tutto dal menù Comandi e premiamo F8 o selezioniamo il pulsante corrispondente dalla barra degli strumenti. Se sul PIC era già scritto un programma, vedremo cambiare i valori della finestra "Codice di Programma", quindi se lo riterremo opportuno, potremo salvare il nostro programma letto sul nostro PC.

Ora cancelliamo il dispositivo e a questo scopo selezioneremo l'opzione Cancella tutto. Essendo un processo critico ci sarà una finestra di conferma a cui risponderemo Yes, dando inizio alla cancellazione del dispositivo. Per verificare il processo leggeremo nuovamente il dispositivo, e verificheremo che su tutti gli indirizzi di memoria della finestra del codice del programma appaia il valore 3FFF.

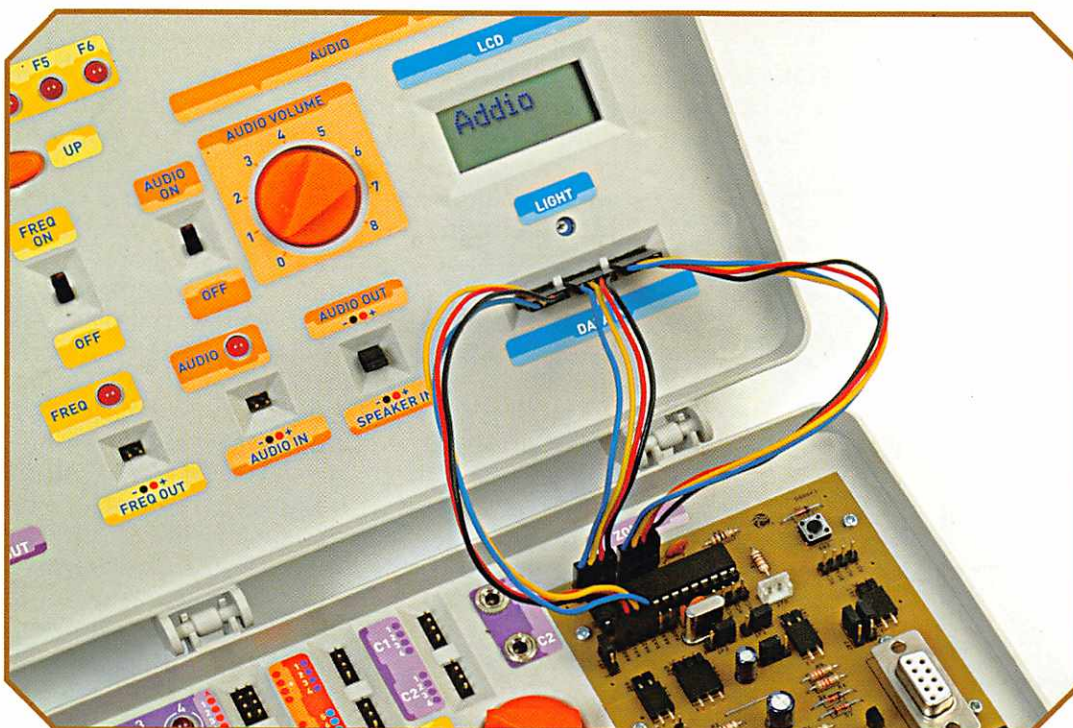
Dobbiamo selezionare il programma che vogliamo scrivere sul PIC. Apriamo il primo file "ciao.hex" e controlliamo come cambia la finestra che contiene il codice del programma. Prima di scrivere configuriamo l'oscillatore selezionando XT, e la parola di configurazione con un segno di spunta su WDT e PWRT. Ricordate che è necessario mantenere l'opzione di protezione del codice su CP OFF. Selezionando Programmo tutto, caricheremo il programma scelto sul PIC. Anche nel caso in cui si ottenga un messaggio di verifica corretta è consigliabile rileggere nuovamente il dispositivo, per verificare direttamente che la procedura sia stata eseguita con successo.

Configurazione del laboratorio per scrivere il PIC.

Ora abbiamo scritto il programma desiderato. Per caricare un altro programma dobbiamo ripetere i passaggi visti fino a questo momento.

Prova di funzionamento

Dopo aver caricato il primo dei programmi dobbiamo riportare il laboratorio nella configurazione precedente alla scrittura. Scolleghiamo il cavo di collegamento tra il laboratorio e il PC, collochiamo i ponticelli dei connettori JP1, JP2 e JP3 sui pin 2 e 3, e togliamo i ponticelli dei connettori JP8 e JP9. Facendo

Caricamento del primo programma su IC-PROG.

questo e alimentando il circuito sull'LCD si presenterà il messaggio "Ciao".

Se ripetiamo gli stessi passaggi per il programma "Addio.hex" verificheremo che i messaggi "Ciao" e "Addio" si alterneranno ogni 2 secondi. Nel caso in cui abbiate eseguito le modifiche che vi abbiamo consigliato per quest'ultimo programma, verificate che i diversi messaggi si alternino nello stesso modo di quelli appena descritti.

Aspetto del laboratorio durante la prova di funzionamento.

Esercizio: generatore di messaggi, il programma

Come abbiamo già anticipato, lavoreremo nuovamente con il display LCD, ma con un esercizio più complesso. Mediante questo esercizio potremo scrivere nella memoria del PIC (EEPROM) un messaggio qualsiasi e successivamente visualizzarlo sul display.

Enunciato

Mediante questo esercizio si vuole realizzare un generatore di messaggi per il display LCD.

Con RA4 a "1" il sistema è in modo programmazione. In questo modo il messaggio si scrive nella memoria EEPROM dei dati. Con RA4 a "0" entriamo nel modo riproduzione. Il messaggio scritto nella EEPROM si visualizza sul display.

Quando l'interruttore RA3 è a livello "1" in corrispondenza del cursore appariranno in sequenza i diversi caratteri disponibili. Portandolo a "0" si seleziona quello presente e si scrive sulla EEPROM. Tornando nuovamente a "1" si seleziona il carattere successivo.

Possiamo scegliere il messaggio che dobbiamo scrivere nella memoria selezionando uno a uno i caratteri, oltre a vedere il messaggio memorizzato.

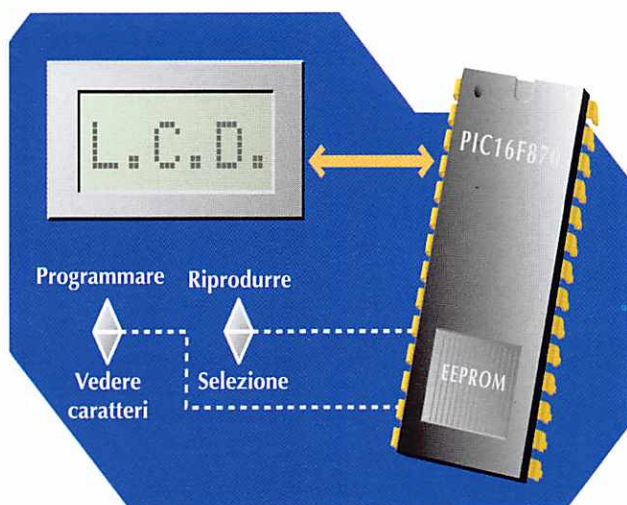
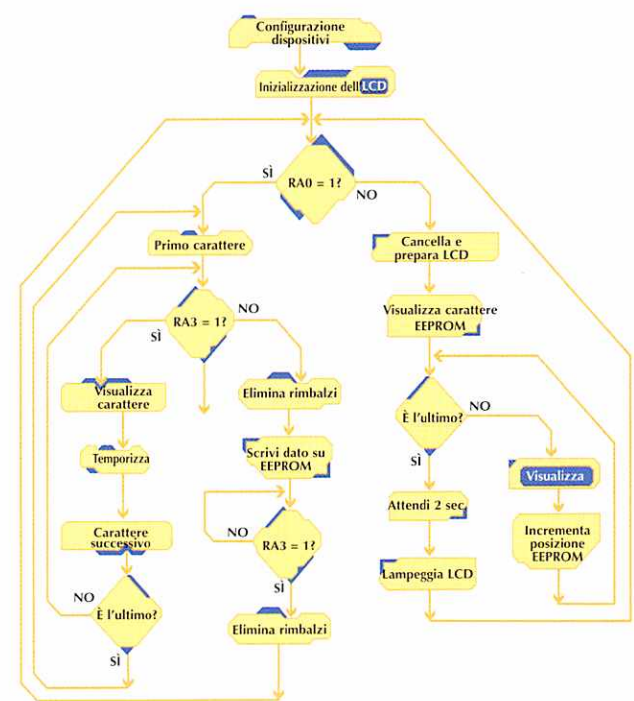
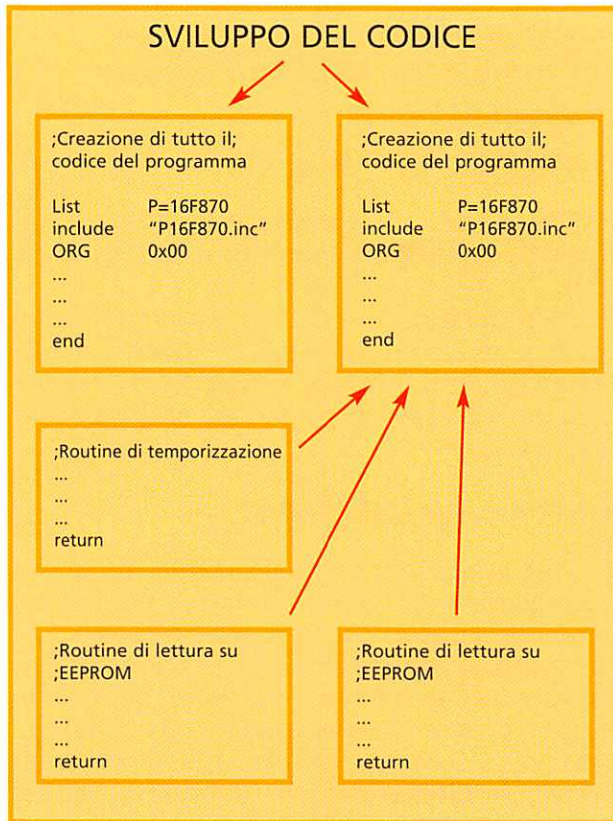
Organigramma

Con le informazioni di cui disponiamo possiamo dedurre quali sono i dispositivi del PIC con cui dovremo lavorare. Utilizzeremo le porte di ingresso/uscita, la memoria EEPROM per scrivere i caratteri del messaggio, e il temporizzatore TMR0 per ottenere i ritardi per selezionare i caratteri del messaggio e per riprodurre quest'ultimo.

Nell'organigramma pianifichiamo una soluzione generale all'applicazione. Questo ci servirà da guida durante lo sviluppo del codice e contiene già l'idea di come vogliamo risolvere l'applicazione.

Routine da utilizzare

Quando si affronta un'applicazione complessa che richiede molta programmazione o l'utilizzo di alcuni dispositivi, la possiamo risolvere in due modi: sviluppando tutto il codice o sfruttando routine precedentemente sviluppate per altri programmi che assembleremo nel nostro codice. Ovviamente il secondo modo è più semplice, inoltre utilizzando queste routine verificheremo che non abbiano errori.

Per l'esercizio pianificato dobbiamo lavorare con la memoria EEPROM e con il temporizzato-

Schema dell'applicazione.

Organigramma dell'applicazione.

Utilizziamo routine sviluppate per altri programmi

re TMR0, per eliminare i rimbalzi e per temporizzare le visualizzazioni. Quando abbiamo lavorato con la memoria EEPROM abbiamo creato una routine per scrivere in essa e un'altra per leggere i dati. Queste routine ci saranno utili per il programma di cui ci stiamo occupando adesso. Inoltre abbiamo a disposizione anche delle routine di temporizzazione, sia per l'eliminazione dei rimbalzi che per temporizzare un tempo variabile.

Routine di lavoro della memoria EEPROM

Negli esercizi in cui abbiamo lavorato con la memoria EEPROM abbiamo già visto che per scrivere nella memoria dobbiamo seguire una procedura, una sequenza di istruzioni che è sempre la stessa. Nell'immagine della figura possiamo vedere la routine di scrittura nella memoria EEPROM che integreremo nel nostro codice.

Per leggere un dato dalla EEPROM avevamo predisposto una routine un po' più semplice della precedente, in cui veniva scelto il banco dove si trovava il registro EECON1, selezionavamo la EEPROM dei dati e ne per-

```
;**************************************************************************************
;EE_Write: Scrive un byte nella EEPROM dei dati. L'indirizzo sarà contenuto in EEADR e
;si suppone che il dato sia stato precedentemente caricato su EEDATA

EE_Write        bsf     STATUS,RP1
                bsf     STATUS,RP0      ;Passiamo al banco 3
                bcf     EECON1,EEPGD    ;Selezioniamo la EEPROM dei dati
                bsf     EECON1,WREN     ;Abilitiamo la sua scrittura
                movlw   0x55
                movwf   EECON2
                movlw   0xaa
                movwf   EECON2          ;Sequenza obbligatoria
                bsf     EECON1,WR       ;Iniziamo la scrittura
                bcf     STATUS,RP0
                bcf     STATUS,RP1      ;Torniamo al banco 0
ATTENDI         btfss   PIR2,EEIF       ;Attendiamo che termini la scrittura
                goto    ATTENDI
                bcf     PIR2,EEIF       ;Resettiamo il flag della EEPROM
                return

;**************************************************************************************
```

Routine di scrittura nella memoria EEPROM.

mettevamo la lettura ritornando poi al banco di memoria 0. Questa routine è riportata nella figura a fianco e anch'essa verrà integrata nel nostro codice.

```
;********************************************************************************
;EE_Read: Legge un byte della EEPROM. Si suppone che il registro EEADR sia stato caricato
;con l'indirizzo da leggere. Su EEDATA apparirà il dato letto.

EE_Read         bsf     STATUS,RP0
                bsf     STATUS,RP1      ;Passiamo al banco 3
                bcf     EECON1,EEPGD    ;Selezioniamo la EEPROM dei dati
                bsf     EECON1,RD       ;Abilitiamo la sua lettura
                bcf     STATUS,RP1
                bcf     STATUS,RP0      ;Selezione del banco 0
                return

;********************************************************************************
```

Routine di lettura nella EEPROM.

```
;********************************************************************************
;Delay_var: Questa routine di utilizzo generale realizza una temporizzazione variabile
;fra 50 ms e 12.8". Si utilizza un prescaler da 256 e carichiamo il TMR0 con 195.
;La velocità di lavoro è di 4 MHz quindi il TMR0 si incrementa ogni µs. In questo
;modo, il TMR0 deve contare 195 eventi che, con un prescaler da 256 generano un
;intervallo totale di 50000 µs/50 ms (195 * 256). Il valore 195 deve essere espresso
;in Hex. (c3) e dato che il TMR0 è ascendente lo dovremo caricare con il suo comple-
;mento (3C hex.) Questo intervallo di 50 ms si ripete il numero di volte indicato
;dalla variabile "Delay_cont", è per questo che il ritardo minimo è di 50 ms
;("Delay_cont=1) e quello massimo di 12.8" (Delay_cont=255).

Delay_var:      bcf     INTCON,T0IF     ;Azzera il flag di overflow
                movlw   0x3c            ;Complemento hex. di 195
                movwf   TMR0            ;Carica il TMR0
Intervallo      clrwdt                  ;Aggiorna il WDT
                btfss   INTCON,T0IF     ;Overflow del TMR0?
                goto    Intervallo      ;Non ancora
                decfsz  Delay_Cont,F    ;Decrementa il contatore di intervalli
                goto    Delay_var       ;Ripete l'intervallo di 50 ms
                return
```

Routine di temporizzazione a tempo variabile.

```
;********************************************************************************
;Delay_20_ms: Questa routine di temporizzazione ha come obiettivo l'eliminazione
;dell'effetto rimbalzo dei dispositivi elettromeccanici. Realizza un ritardo di 20 ms.
;Se il PIC lavora a una frequenza di 4 MHz, il TMR0 evolve ogni µs. Se vogliamo tempo-
;rizzare 20000 µs (20 ms) con un prescaler da 128, il TMR0 dovrà contare 156 eventi
;(156 * 128). Il valore 156 equivale a 9c hex. e dato che il TMR0 è ascendente lo
;dovremo caricare con il suo complemento a 1 (63 hex.).

Delay_20_ms:    bcf     INTCON,T0IF     ;Azzera il flag di overflow
                movlw   0x63            ;Complemento hex. di 156
                movwf   TMR0            ;Carica il TMR0
Delay_20_ms_1   clrwdt                  ;Aggiorna il WDT
                btfss   INTCON,T0IF     ;Overflow del TMR0?
                goto    Delay_20_ms_1   ;Ancora no
                bcf     INTCON,T0IF     ;Ora si, azzera il flag
                return

;********************************************************************************
```

Routine di temporizzazione per eliminare i rimbalzi.

Routine di temporizzazione con ritardo variabile

Abbiamo bisogno di una routine di temporizzazione per visualizzare il messaggio scritto e i caratteri da scegliere per un determinato tempo. A questo scopo possiamo utilizzare la routine di temporizzazione variabile tra 50 ms e 12,8 s che abbiamo già utilizzato in diversi esercizi. Nella variabile "Delay_Cont" introduciamo il fattore con il quale vogliamo moltiplicare l'unità minima di tempo della routine (50 ms).

Ogni volta che vogliamo inserire un ritardo o temporizzare un'operazione dovremo solamente richiamare questa routine, caricando la variabile "Delay_Cont" con un valore che sarà in funzione del tempo di ritardo desiderato.

Routine per eliminare i "rimbalzi"

Negli esercizi in cui il valore dell'ingresso determina l'operazione da eseguire è necessario verificare che il valore inserito sull'ingresso sia stabile, prima di procedere all'esecuzione di un'azione. A questo scopo si inserisce un piccolo ritardo dopo la lettura dell'ingresso, assicurando così che, una volta trascorso il tempo di ritardo, l'ingresso avrà un valore stabile e se si sarà verificata una variazione del suo stato, questa verrà accettata. In altre parole, in questo modo non si tiene conto di qualsiasi cambiamento del valore dell'ingresso (rimbal-

zo) che si genera dal momento in cui è stata rilevata la prima variazione di valore fino a quando non saranno trascorsi i 20 ms. Anche questa routine è stata utilizzata negli esercizi precedenti, e la inseriremo nel nostro codice per risolvere la presente applicazione.

Codice

A questo punto possiamo dire di aver fatto dei passi avanti per il codice, dato che molte difficoltà sono state risolte, ma dobbiamo ancora definire lo "scheletro" del codice che contiene le subroutine e che risolve l'applicazione.

Iniziamo a svilupparlo inserendo l'enunciato del problema nell'intestazione del codice per mezzo dei commenti. In questa parte, inoltre, definiremo il PIC, le librerie con cui lavoreremo, e organizzeremo il codice nella memoria mediante le direttive ORG. Dato che conosciamo già le routine con cui lavoreremo, possiamo già definire alcune variabili: Lcd_var e Delay_Cont.

Nell'immagine della figura a fianco possiamo vedere l'aspetto dell'intestazione del programma.

Fatto questo possiamo inserire le subroutine commentate in precedenza.

Configurazione dei dispositivi

Il codice deve iniziare configurando i dispositivi del PIC con cui vogliamo lavorare. Configureremo la porta B come uscita, dato che attraverso essa passeranno le linee dei dati verso l'LCD. La porta A la configureremo con due dei suoi pin come ingressi (RA3 e RA4) e altri tre come uscite (RA2:RA0). Configureremo il registro OPTION_REG con il valore desiderato per il predivisore del temporizzatore TMR0. Passiamo ora a configurare il display. Definiremo una posizione iniziale per il cursore utilizzando una variabile "Cur_Pos" che dovremo definire nell'intestazione del programma. Eseguiamo la sequenza di inizio dell'LCD e cancelliamo il display posizionando il cursore all'inizio, sequenza che viene anche chiamata Home. Infine configureremo il display attivandolo e abilitando il cursore, disattivando il lampeggio.

L'ultimo registro che dobbiamo configurare in questa parte del programma è il registro EEADR. Questo registro indica l'indirizzo iniziale della memoria EEPROM e deve essere impostato a zero.

messaggi - Blocco note

File Modifica Formato Visualizza ?

```
;In questo esempio realizzeremo un generatore di messaggi per il LCD. Con RA4 a "1", il
;sistema è in modo programmazione. In questo modo il messaggio viene scritto nella EEPROM
;dei dati. Con RA4 a "0" entriamo nel modo riproduzione. Il messaggio scritto nella
;EEPROM si visualizza sul display LCD.
;
;Quando l'interruttore RA3 è a livello "1", sul display appaiono in modo sequenziale
;i diversi caratteri disponibili. Impostandolo a "0" si seleziona quello presente
;che viene scritto nella EEPROM. Passando nuovamente a "1" si seleziona il
;carattere successivo.
;

                List    p=16F870          ;Tipo di processore
                include "P16F870.INC"     ;Definizioni dei registri interni

Lcd_var         equ     0x20              ;Variabili (2) della routine di gestione del LCD
Delay_Cont      equ     0x21              ;Variabile per la temporizzazione
Temporale_1     equ     0x22              ;Variabile Temporale
Temporale_2     equ     0x23              ;Variabile Temporale
Pos_Curs        equ     0x24              ;Posizione del cursore

                org     0x00              ;Vector de Reset
                goto    Inizio
                org     0x05              ;Salva vector di interrupt

                include "LCD_Cxx.inc"     ;Include la routine di gestione del LCD

;********************************************************************************
```

Intestazione del programma.

messaggi - Blocco note

File Modifica Formato Visualizza ?

```
;********************************************************************************
;
;
Inizio          clrf    PORTB             ;Cancella i latch di uscita
                bsf     STATUS,RP0        ;Seleziona banco 1
                clrf    TRISB             ;Porta B si configura come uscita
                movlw   b'00011000'
                movwf   TRISA             ;RA0-RA2 uscite, RA3-RA4 ingressi
                movlw   b'00000110'
                movwf   ADCON1            ;Configuriamo la porta A come I/O digitali
                movlw   b'00000111'
                movwf   OPTION_REG        ;Prescaler da 256 per il TMR0
                bcf     STATUS,RP0        ;Seleziona banco 0
                movlw   0x80
                movwf   Pos_Curs          ;Posizione iniziale del cursore
                call    LCD_INI           ;Sequenza di inizio del LCD
                movlw   b'00000001'
                call    LCD_REG           ;Cancella LCD e Home
                movlw   b'00001110'
                call    LCD_REG           ;Invia istruzione: LCD ON, cursore ON e blink OFF
                bsf     STATUS,RP1        ;Passiamo al banco 2
                clrf    EEADR             ;Indirizzo iniziale della EEPROM
```

Configurazione dei dispositivi.